

W P Ł Y N Ę Ł O

dnia 16.12.2016  
WP/16/000/16

Prof. dr hab. inż. Marek Gzik, prof. zw. Pol. Śl.

Gliwice 30.11.2016

Katedra Biomechatroniki  
Wydział Inżynierii Biomedycznej  
Politechnika Śląska  
ul. Roosevelta 40, 41-800 Zabrze  
tel. 32 277 74 34  
marek.gzik@polsl.pl

Recenzja dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego  
**dra inż. Sebastiana Głowińskiego,**  
w postępowaniu kwalifikacyjnym nadania stopnia doktora habilitowanego nauk  
technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn  
na podstawie osiągnięcia naukowego pt. "*Wybrane zagadnienia projektowania  
i modelowania egzoszkieleatów kończyn dolnych*".

**Podstawa:**

Zlecenie Wydziału Mechanicznego Politechniki Koszalińskiej

Ustawa o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65 poz. 595 z dn. 14 marca 2003 r. z późniejszymi zmianami)

**1. Informacje ogólne o Habilitancie**

Dr inż. Sebastian Głowiński w latach 1992 - 1996 studiował na Wydziale Lotnictwa Wyższej Oficerskiej Szkoły Lotniczej w Dęblinie ( Od 2004r. nazwa szkoły uległa zmianie na Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych w Dęblinie) na kierunku Pilot Samolotów Odrzutowych. Następnie kontynuował edukację w ramach studiów magisterskich na Wydziale Matematyczno - Przyrodniczym w Wyższej Szkole Pedagogicznej w Słupsku. W 2000r. uzyskał tytuł magistra fizyki. W 2000 roku rozpoczął studia doktoranckie na Wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej. W 2004 roku Habilitant z wyróżnieniem obronił doktorat w naukach technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn. Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Tomasz Krzyżyński, temat pracy "Podstawy prognozowania pracochłonności napraw urządzeń mechanicznych na przykładzie eksploatacji statków powietrznych". W latach 1996 - 2006 był dowódcą klucza lotniczego 9 Pułku Lotnictwa Myśliwego w Zegrzu Pomorskim, a następnie dowódcą klucza lotniczego

w 6 Eskadrze Lotnictwa Taktycznego w Powidzu. W 2003r. pełnił obowiązki Liaison Officer podczas międzynarodowych ćwiczeń NATO Air Meet w Poznaniu. W latach 2006 - 2008 pełnił funkcję Specjalisty - Instruktora Pilota w Oddziale Użytkowania i Prób w Locie Statków Powietrznych Szefostwa Wojsk Lotniczych, Dowództwa Sił Powietrznych w Warszawie. W tym okresie zajmował się przygotowaniem odpowiedzi na interpelacje, opiniował propozycje modernizacji i wprowadzania nowego wyposażenia do statków powietrznych, jak również prowadził szkolenia pilotów.

Od 2008 roku dr inż. Sebastian Głowiński związał swoją karierę zawodową z Politechniką Koszalińską. W latach 2008 - 2009 był asystentem, a od roku 2009 adiunktem w Katedrze Mechatroniki i Mechaniki Stosowanej Instytutu Mechatroniki, Nanotechnologii i Techniki Próżniowej na Wydziale Technologii i Edukacji. W 2008 roku został powołany przez J. M. Rektora Politechniki Koszalińskiej na stanowisko Pełnomocnika Rektora ds. współpracy z Departamentem Szkolnictwa Ministerstwa Obrony Narodowej w kadencji 2008-2012. Od 2009 roku pełnił obowiązki sekretarza Komisji ds. Stopni Naukowych Instytutu Technologii i Edukacji (a od 2014 roku Wydziału Technologii i Edukacji). W 2015 roku pełnił obowiązki Sekretarza Konferencji Nowe Kierunki Rozwoju Mechaniki, organizowanej przez Oddział Koszaliński Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej.

Zainteresowania naukowe Habilitanta koncentrują się głównie wokół zagadnień projektowania i modelowania egzoszkieleatów. Postęp techniki przyczynił się do rozwoju mechatronicznych urządzeń, których zadaniem jest wspomaganie funkcji lokomocyjnych człowieka. Egzoszkieleaty najczęściej znajdują zastosowanie w rehabilitacji oraz w wojsku i możemy w tych przypadkach mówić o komercyjnych aplikacjach. Sukces w postaci w pełni funkcjonalnego egzoszkieleatu jest efektem pracy specjalistów wielu dziedzin i dyscyplin naukowych. Aktualnie obserwujemy duże zainteresowanie naukowych ośrodków na świecie rozwojem tej technologii. Wśród największych problemów do rozwiązania oczekuje źródło zasilania. Szczególnie ma to znaczenie dla egzoszkieleatów z przeznaczeniem dla jednostek wojsk specjalnych. Niemniej jednak optymalna konstrukcja uwzględniająca funkcjonalność, wytrzymałość, sprawność napędów, ergonomię i bezpieczeństwo dla użytkowników to zagadnienia nadal aktualne i istotne z punktu widzenia projektowania i wytwarzania egzoszkieleatów. Z uwagi na te okoliczności obszar zainteresowań naukowych Habilitanta oceniam jako ambitny i perspektywiczny.

Habilitant w swojej pracy podejmował szeroką współpracę w tym również z naukowcami krajowymi i zagranicznymi ośrodków:

- 2013r. wizyta w firmie eksoBionics w Ritchmond, pozwoliła zapoznać się z nowoczesnymi trendami w projektowaniu egzoszkieleatów zarówno do zastosowań militarnych jak i rehabilitacyjnych.
- 2013 miesięczny staż w Mechanical Department University of California Berkeley.
- 2013 dwutygodniowy staż w laboratorium naukowym Bioengineering Group Consejo Superior de Investigaciones CSIC w Madrycie w Hiszpanii. Celem były konsultacje dotyczące modelu egzoszkieleatu kończyn dolnych. Uwagę szczególnie koncentrowano na problematyce biozgodności stawu kolanowego i egzoszkieleatu.
- 2014 staż na Wydziale Fizjoterapii Uniwersytetu Rzeszowskiego pozwolił na konsultacje z fizjoterapeutami i zapoznanie się z systemami rejestracji i analizy różnych form ruchu.

- 2015 krótkoterminowy staż w Ośrodku Rehabilitacji Narządu Ruchu w Krzeszowicach pozwolił na zapoznanie się ze sposobem użytkowania przez pacjenta egzoszkieletu ekso GT,
- 2015 tygodniowy staż w laboratorium naukowym Biorobotics Institute Scuola Superiore Sant'Anna School w Pontedera-Piza we Włoszech. Jest to jednostka naukowa o dużym doświadczeniu i osiągnięciach na gruncie projektowania urządzeń rehabilitacyjnych.

Dr inż. Sebastian Głowiński ukończył kursy i szkolenia:

- 1996 uzyskanie licencji pilota zawodowego,
- 1996 trzymiesięczny kurs przeszkolenia na samolot naddźwiękowy MiG-21 Bis, UM, WSOSP Dęblin,
- 2003 trzymiesięczny kurs szkoleniowy na samoloty wielozadaniowe (F-16, Grippen, Mirage),
- 2006 trzytygodniowy kurs Advanced Air Operational English Course Izmir - Turcja,
- 2012 SLBE - modelowanie systemów dynamicznych w Simulinku,
- 2012 SLPM-M - modelowanie systemów mechanicznych - SimMechanics,
- 2012 SLPM-S - modelowanie wielodomenowych systemów fizycznych - Sim-Scape,
- 2014 MLOP - techniki optymalizacji w Matlabie.

Od dnia 29.01.2014 roku Habilitant jest członkiem, utworzonego w Ministerstwie Obrony Narodowej, w Departamencie Polityki Zbrojeniowej, Eksperckiego Zasobu Informacyjnego. Ponadto jest ekspertem w Narodowym Centrum Badań i Rozwoju w dyscyplinie związanej z egzoszkielecikami.

Za dotychczasowe osiągnięcia dr inż. Sebastian Głowiński uzyskał nagrody i wyróżnienia:

- w działalności zawodowej jako żołnierza zawodowego i pilota wojskowego był wielokrotnie wyróżniany i odznaczany,
- nagroda indywidualna III stopnia za dorobek naukowy w latach 2010-2012,
- 2014 r. nagroda indywidualna III stopnia za dorobek naukowy,
- 2015 r. nagroda indywidualna II stopnia za dorobek naukowy,
- 2013 rok zakwalifikowany do prestiżowego programu finansowanego ze środków Unii Europejskiej Top 500 Innovators, w ramach wyróżnienia odbył staż naukowy w Haas School of Business Uniwersytetu Kalifornijskiego w Berkeley.

*W podsumowaniu charakterystyki Kandydata można stwierdzić, że cała działalność naukowa dra inż. Sebastiana Głowińskiego mieści się z dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn. Obszar zainteresowań naukowych wymaga od Habilitanta wiedzy interdyscyplinarnej oraz umiejętności współpracy z przedstawicielami środowisk nauk o zdrowiu.*

## 2. Działalność naukowa Habilitanta

Działalność naukowa dra inż. Sebastiana Głowińskiego po uzyskaniu stopnia doktora głównie koncentruje się wokół zagadnień projektowania i modelowania egzoszkieleatów kończyn dolnych, wspomagających funkcje lokomocyjne. Podsumowaniem dorobku w tym obszarze jest monografia pt.: "Wybrane zagadnienia projektowania i modelowania egzoszkieleatów kończyn dolnych", opublikowana w 2016r przez Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej. Książka zawiera 6 rozdziałów i jeden załącznik. Bibliografia obejmuje 198 pozycji literaturowych w znacznej części autorów zagranicznych. Tematyka pracy dotyczy zagadnień biomechaniki narządu ruchu człowieka, dlatego ubolewam że wśród pozycji literaturowych nie znalazły się książki takie, jak Tom 3, Biomechanika i Inżynieria Rehabilitacyjna, Inżynieria Biomedyczna Podstawy i Zastosowania, Gzik M., Lewandowska-Szumieł M., Pawlikowski M., Wychowański M., Polska Akademia Nauk, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT 2015. Książka będąca podsumowaniem dorobku środowiska biomechaników polskich. Warta zacytowania była również książka „Biomechanika narządu ruchu człowieka”, Tejszerska D., Świtoński E., Gzik M., praca zbiorowa, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom 2011.

Celem zrealizowanych i opisanych w monografii prac było podanie uogólnionej metodyki postępowania ułatwiającej projektowanie i modelowanie egzoszkieleatów kończyn dolnych o napędzie pneumatycznym, hydraulicznym i elektrycznym.

W rozdziale pierwszym Habilitant dokonał klasyfikacji egzoszkieleatów ze szczególnym uwzględnieniem przeznaczenia w rehabilitacji i celach wojskowych oraz przedstawił etapy modelowania ich konstrukcji. W drugim rozdziale opisane zostały klasyczne stosowane w egzoszkieleatach napędy pneumatyczne, elektryczne i hydrauliczne. Projektowanie urządzeń wspomagających funkcje lokomocyjne człowieka wymaga znajomości biomechaniki narządu ruchu. Rozdział trzeci, który ma być wprowadzeniem do określenia kryteriów oceny funkcjonalności egzoszkieleatu traktuje biomechanikę chodu człowieka w sposób pobieżny. W mojej ocenie brakuje w monografii wykazania szeregu związków pomiędzy biomechaniką chodu człowieka, cechami indywidualnymi użytkownika, a założeniami konstrukcyjnymi i procesem modelowania egzoszkieleatów. Największym osiągnięciem Habilitanta są opisane w rozdziale czwartym autorskie płaskie modele egzoszkieleatów kończyny dolnej z napędem pneumatycznym, hydraulicznym i elektrycznym. Modele należy traktować jako teoretyczne i uproszczone. Przedstawiona autorska metodyka projektowania egzoszkieleatów jest dedykowana dla konstruktorów egzoszkieleatów oraz potencjalnych producentów. Intencją Habilitanta było sformułować modele egzoszkieleatów, które następnie mogą być modyfikowane poprzez zwiększenie liczby stopni swobody w zależności od zaistniałych potrzeb konstruktora. Rozdział piąty został poświęcony problemom sterowania egzoszkieleatem przy wykorzystaniu rejestrowanych sygnałów EMG mięśni kończyn dolnych. Wyniki pracy zostały podsumowane w rozdziale szóstym.

Główne osiągnięcia Habilitanta i efekty prowadzonych badań:

- analiza wybranych egzoszkieleatów militarnych, rehabilitacyjnych i innych w celu wyznaczenia założeń do tworzenia modeli teoretycznych,
- autorska koncepcja projektowania egzoszkieleatów,

- zdefiniowanie wymagań stawianych egzozszkieletom ze względu na rodzaj napędu (pneumatyczny, hydrauliczny i elektryczny),
- analiza kinematyki układu szkieletowego człowieka w celu wyboru adekwatnego modelu egzozszkieletu (liczba stopni swobody, uproszczenia),
- kinematyka i dynamika autorskich płaskich modeli egzozszkieletów o napędzie pneumatycznym, hydraulicznym i elektrycznym kończyn dolnych w płaszczyźnie strzałkowej,
- wykorzystanie i analiza sygnałów EMG w systemach sterowania egzozszkieletami,

Przedstawiona w przewodzie habilitacyjnym monografia jest unikatowa w skali kraju, podejmuje niezwykle trudny i obszerny temat badawczy. Brakuje na rynku wydawniczym publikacji z zakresu modelowania i projektowania egzozszkieletów. Z tego punktu widzenia pozytywnie oceniam inicjatywę Habilitanta, choć warto byłoby poszerzyć niniejszą publikację o rozdział, który wyróżniłby osiągnięcia Habilitanta na tle osiągnięć innych autorów.

Na dorobek publikacyjny Habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora składa się:

- 1 monografia,
- 4 artykuły w recenzowanych czasopismach z IF (łącznie IF=4,552 i 80 pkt. MNiSW),
- 26 artykuły w recenzowanych czasopismach (174 pkt. MNiSW),
- 3 artykuły w czasopismach nierecenzowanych,
- był wykonawcą w projekcie OPUS Nr. UMO-2013/11/B/ST8/03881 *Metody i procedury kształtowania właściwości wibroizolacyjnych układów redukcji drgań* MNiSW.

Całkowita punktacja **IF = 4,552 i 254 pkt. MNiSW**, liczba cytowań wg. WEB of SCIENCE 6 Index Hirscha = 2 (W chwili składania wniosku 2, na dzień dzisiejszy niestety Index Hirscha 1 ze względu na jedną z publikacji, która przestała być cytowana w bazie WEB of SCIENCE).

*Podsumowując stwierdzam, że dorobek publikacyjny dra inż. Sebastiana Głowińskiego pod względem liczbowym, jak i merytorycznym jest wystarczający i spełnia kryteria niezbędne do wystąpienia z wnioskiem o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych. Pewien niedosyt jest związany z liczbą artykułów z listy A MNiSW, cytowań oraz indeksem H wg bazy WEB of SCIENCE. Niemniej jednak zważywszy na fakt publikowania w czasopismach z IF w ostatnich latach 2013-2015 należy się spodziewać poprawy tych wskaźników. Ponadto skromny dorobek publikacyjny zostanie uzupełniony o kolejne dwie pozycje literaturowe przesłane do czasopism punktowanych.*

### **3. Działalność dydaktyczna w tym również opieka naukowa**

Działalność dydaktyczna dra inż. Sebastiana Głowińskiego dotyczy jego aktywności jako pilota instruktora oraz adiunkta na Wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej. Habilitant uczestniczył w pracach związanych z przygotowaniem programu studiów dla utworzonego w roku akademickim 2009/2010 kierunku „Transport”, prowadzonego na Wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej. W roku 2011 czynnie uczestniczył

w dostosowywaniu istniejących programów kształcenia na kierunkach „Mechatronika” i „Transport” do Krajowych Ram Kwalifikacji (KRK) w szkolnictwie wyższym. Ponadto opracował kierunkowe, modułowe oraz przedmiotowe efekty kształcenia zgodnie z obowiązującymi przepisami, jak również przygotował karty kursów do przedmiotów prowadzonych na wyżej wymienionych kierunkach studiów. Był członkiem Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej dla kandydatów na pierwszy rok studiów w latach 2009-2010.

Habilitant prowadził zajęcia dydaktyczne dla słuchaczy studiów doktoranckich (w latach 2000-2004). Od 2008 roku przeprowadził liczne zajęcia wykładowe, ćwiczeniowe, laboratoryjne oraz projektowe z następujących przedmiotów:

- Mechanika Techniczna I (wykłady, ćwiczenia),
- Mechanika Techniczna II (wykłady, ćwiczenia),
- Mechanika analityczna i drgania (wykłady, ćwiczenia, laboratoria),
- Teoria Odnowy i Niezawodności (wykłady, ćwiczenia),
- Statystyka inżynierska (wykłady, ćwiczenia),
- Bionika, podstawy biomechaniki (wykłady, ćwiczenia),
- Systemy komunikacyjne i nawigacyjne (wykłady, ćwiczenia, laboratoria),
- Podstawy przedsiębiorczości (wykłady, ćwiczenia).

Zajęcia dydaktyczne realizowane były na kierunkach „Mechanika i Budowa Maszyn”, „Transport”, „Mechatronika” i „Inżynieria biomedyczna” na Wydziale Mechanicznym i Wydziale Technologii i Edukacji Politechniki Koszalińskiej.

Od 2014 roku Habilitant został wyznaczony przez Radę Wydziału Lekarskiego Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Medicum na promotora pomocniczego.

#### **4. Działalność organizacyjna i uznanie w środowisku naukowym Kandydata**

Dr inż. Sebastian Głowiński od początku swojej pracy na Politechnice Koszalińskiej aktywnie uczestniczył w pracach organizacyjnych Katedry Mechaniki Precyzyjnej na Wydziale Mechanicznym. W 2008 roku został powołany przez J. M. Rektora Politechniki Koszalińskiej na stanowisko Pełnomocnika Rektora ds współpracy z Departamentem Szkolnictwa Ministerstwa Obrony Narodowej w kadencji 2008-2012. Od 2009 roku pełnił obowiązki Sekretarza Komisji ds Stopni Naukowych Instytutu Technologii i Edukacji (a od 2014 roku Wydziału Technologii i Edukacji). Był członkiem Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej dla kandydatów na pierwszy rok studiów w latach 2009-2010. W 2015 roku pełnił obowiązki Sekretarza Konferencji Nowe Kierunki Rozwoju Mechaniki 2015, organizowanej przez Oddział Koszaliński Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej. Potwierdzeniem uznania kompetencji Habilitanta w środowisku naukowym jest zaangażowanie od 2014 roku w prace utworzonego w Ministerstwie Obrony Narodowej, w Departamencie Polityki Zbrojeniowej, Eksperckiego Zasobu Informacyjnego. Ponadto jest ekspertem w Narodowym Centrum Badań i Rozwoju w dyscyplinie związanej z egzoszkieletemi.

Habilitant aktywnie uczestniczy w działalności towarzystw naukowych jest członkiem:

- Polskiego Towarzystwa Biomechaniki,
- European Society of Biomechanics,
- American Society of Biomechanics,
- Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej.

*Opisane w tym punkcie osiągnięcia należy uznać za spełniające wymogi ustawy.*

## **5. Wniosek końcowy**

Na podstawie analizy otrzymanej do oceny dokumentacji dorobku naukowego oraz aktywności dydaktycznej i organizacyjnej dra inż. Sebastiana Głowińskiego stwierdzam, że dorobek Habilitanta znacząco wzrósł po uzyskaniu stopnia doktora, a przedstawiony wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego jest w pełni uzasadniony. Uzyskane przez Kandydata wyniki prac badawczych stanowią oryginalny wkład do rozwiązywania trudnych, a zarazem istotnych problemów projektowania i modelowania egzoszkieletów.

Szczegółowa analiza dorobku, a także dokumentacja autorska potwierdzają ugruntowany poziom naukowy Habilitanta oraz jego zdolności do samodzielnego prowadzenia badań. Na podkreślenie zasługuje realizowana przez Habilitanta wymiana doświadczeń w układzie międzynarodowym.

Osiągnięcia naukowe dra inż. Sebastiana Głowińskiego, będące przedmiotem niniejszej opinii, spełniają kryteria określone w §16 Ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65 poz. 595 ze zm., Dz. U. poz. 1852) przy ubieganiu się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn.

W związku z wyrażoną opinią uważam, że omawiany dorobek dra inż. Sebastiana Głowińskiego może stanowić podstawę do nadania stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych i wnoszę o dopuszczenie Habilitanta do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Marcel Czich  
